

# 公開実用 昭和62- 78072

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 実用新案出願公開

⑪ 公開実用新案公報(U)

昭62-78072

⑫ Int.Cl.<sup>4</sup>

H 02 K 21/14  
9/22  
11/00  
21/04

識別記号

庁内整理番号

M-7154-5H  
A-6435-5H  
Z-7829-5H  
7154-5H

⑬ 公開 昭和62年(1987)5月19日

審査請求 未請求 (全 頁)

⑭ 考案の名称 ダイレクトドライブ用アクチュエータ

⑮ 実 願 昭60-168158

⑯ 出 願 昭60(1985)10月31日

⑰ 考 案 者	宮 本 恭 祐	北九州市八幡西区大字藤田2346番地 株式会社安川電機製作所内
⑱ 考 案 者	猪 ノ 口 博 文	北九州市八幡西区大字藤田2346番地 株式会社安川電機製作所内
⑲ 考 案 者	岩 金 孝 信	北九州市八幡西区大字藤田2346番地 株式会社安川電機製作所内
⑳ 出 願 人	株式会社安川電機製作所	北九州市八幡西区大字藤田2346番地
㉑ 代 理 人	弁理士 佐 藤 一 雄	外 2 名

## 明 細 書

### 1. 考案の名称

ダイレクトドライブ用アクチュエータ

### 2. 実用新案登録請求の範囲

1. 磁性体の円筒状のステータコアに均等の間隔で巻回されたステータ巻線をそなえるステータと、

磁性体の円盤状をなし回転自在に支承された回転軸に固着されたロータヨークの、ステータに対向する外周面に均等の間隔で突起状に形成されたボールシューに永久磁石を装着し、そのボールシューに界磁巻線を巻装し、ボールシューと回転軸間に窪みを設け、界磁巻線への励磁電流整流回路をそなえたロータと、

ロータの窪みに界磁巻線給電用回転トランスの2次側およびそれに対向して空隙を介してステータに回転トランスの1次側を設けた手段と、  
を具備することを特徴とするダイレクトドライブ

用アクチュエータ。

2. ロータの窪みに回転検出手段をそなえる  
実用新案登録請求の範囲第1項記載のダイレクト  
ドライブ用アクチュエータ。

3. 回転軸の内部にヒートパイプを嵌合埋設  
し、その端部から放熱させる冷却手段を設けた実  
用新案登録請求の範囲第1項記載のダイレクトド  
ライブ用アクチュエータ。

### 3. 考案の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本考案は、ロータ部に界磁巻線を持ったアクチ  
ュエータの界磁巻線への給電手段をそなえたダイ  
レクトドライブ用アクチュエータに関する。

#### (従来技術)

従来はこの種装置の正断面図を第6図に表わす。

ステータコア1はアクチュエータの固定部で、  
これには起磁力を発生させるためのステータ巻線  
(図示せず)が巻装されてある。ロータ部のロー  
タヨーク5の突起をなすロータポール4のステー

タに対向する外周上面には永久磁石 2 が円周上等間隔に回転軸方向に取り付け固定されており、そのロータポール 4 には界磁巻線 3 が巻回されている。この構成について説明する。

アクチュエータが発生するトルク  $\tau$  は、永久磁石 2 によってつくられる空隙磁束密度  $B_g$  (gauss) と固定子溝内に配置された導体 (ステータ巻線) の巻回数と電流および空隙径  $D$  で決まる電流導体数  $a c$  (A/cm) と空隙面積に比例し、かつ  $D^2 L$  の積に比例する。

$$\tau \propto D^2 L \cdot B_g \cdot a c$$

ここに  $L$  は固定子鉄心積厚長である  
つまり、 $D^2 L$  を一定にして発生トルクをアップするには、 $B_g$  あるいは  $a c$  を大きくすればよい。

ダイレクトドライブ用アクチュエータについてみた場合、アクチュエータの回転数は数 10 回転 / r.p.m 以下が、一般的である。

これよりたとえ極数の多いアクチュエータとしても、運転周波数は低くなり、一般の可変速用アクチュエータが問題とする鉄損はそれ程大きくな

らない。このことから、モータ定数 ( $N - m / \omega L O S S$ ) すなわち発生損失当りの発生トルクの比の値をアップさせるには空隙磁束密度の向上が得策となる。しかし、現在最高のエネルギー積を有する希土類磁石を用いても、空隙磁束密度は 8, 000 (gauss) 前後が限界である。

そこで、空隙磁束密度をさらに向上し、発生トルクの増加を図るために第6図に示す形態をとる。つまり、ロータは、ボールとヨークを兼ねた鉄心部4、5と、空隙に磁束を作る永久磁石2と、界磁巻線3の3つから形成れる。永久磁石2は接着剤によってロータボール4の表面に接着固定される。また、界磁巻線3は所定の巻回数に巻かれた後絶縁処理加工が行なわれ、ロータボール4の回りに配置接着固定され、各ボールに配置された界磁巻線3はボール4の表面上固定された永久磁石がつくる磁束を増加するように接続され、磁気装荷の向上が達成できる。しかし、界磁巻線3に発生する損耗が問題となるので、永久磁石2が分担する磁束と界磁巻線3が分担する磁束の割合は界

磁巻線3の発生する銅損によって磁気発生手段のアップ分が抹消されないように決定される。

( 考案が解決しようとする問題点 )

このようなダイレクトドライブ用アクチュエータの従来例には以下の問題点がある。

① この従来例ではロータの界磁巻線に給電するさい給電線を用いているからロータの回転角は $\pm 180^\circ$ 以下に限定される。ロータを $\pm 180^\circ$ 以上回転すると、給電線がねじれ破損する恐れがあるので、このアクチュエータをロボットの手首部等の回転動作を行なう部分に用いられない。すなわち、応用範囲が狭くなる難点がある。

② ダイレクトドライブ用アクチュエータに要求される条件として、高速応答性があり、従来例の給電線を用い界磁巻線3に給電する場合は、衝撃的な動作が繰り返されるから、疲労により給電線が断線する欠点がある。

ここにおいて、本考案は従来例の難点を克服し、アクチュエータの永久磁石を有するロータ部に界磁巻線を施し磁気装荷を高めその界磁巻線に給電


するにさいして、回転トランスを用い高周波パワ  
伝送を無接触で行なうダイレクトドライブ用アク  
チュエータを提供することを、その目的とする。  
(問題点を解決するための手段)

本考案の基本的概念を表わす要部の側断面図を  
第1図に示す。

前ブラケット6、後ブラケット7、フレーム8  
で形成されたアクチュエータ外装の中部には、ス  
テータ部、ロータ部、回転トランス部が構成され  
る。

すなわち、ステータコア1にはステータ巻線9  
が巻回されており、これはフレーム8に取り付け  
固定されており、後ブラケットの内側突出部には  
回転トランス1次側13が配設されている。

このステータ部とギャップを介してロータ部が  
ある。ロータ部は永久磁石2、ロータポール4、  
界磁巻線3、ロータヨーク5、回転トランス1次  
側に対向する2次側14、回転軸10から形成さ  
れている。永久磁石2はロータポール4の上面に  
接着剤または、その他の固定治具を用いて固定さ



れている。また、ロータボール 4 には磁気装荷を増加させるつまり発生損失当りのトルクを向上させるため、界磁巻線 3 が巻装されている。この巻線 3 は、界磁巻線 3 への給電から発生する銅損により、磁気装荷の増加による発生損失当りのトルクの向上が抹消されないように設定されている。なお、整流回路 15 はロータボール 4 と回転軸 10 とを接続しているロータ支持部に、回転軸 10 に対してはアキシャル方向に界磁巻線 3 と前ブラケット 6 間の空間部を利用し配設固定される。そして、回転軸 10 は軸受 11, 12 により回転自在に支承される。

（作用）

つぎに界磁巻線 3 への給電方法について説明する。

回転トランス 1 次側 13 はブラケット（固定側）7 に取り付け固定されており、これとはギャップを介し、回転トランス 2 次側 14 がアクチュエータのロータ部に取りつけてあり、回転トランス 2 次側 14 の巻線は整流回路 15 の入力端に接続さ



特許  
第 78072 号

れ、その出力端には界磁巻線3の端子が接続されている。つまり回転トランス1次側13に給電すれば、パワーは回転トランスの電磁作用により、回転トランス2次側14に伝送され、整流回路15を経て、交直変換が行なわれ、界磁巻線3を励磁する。また、回転トランスの鉄心コアを高周波においても鉄損が小さい材質とし、高周波パワー伝送を可能としており、回転トランスの形状を小形化でき、ひいてはアクチュエータ全体の形状を小形化される。この回転トランスは、これに発生する損失が磁気装荷の増加によるモータ定数の増加分を抹消しなことが必要である。

以上に述べたように、アクチュエータの磁気装荷を高めるために界磁ロータポールに巻かれた界磁巻線に給電する手段を、回転トランスを用いた無接触給電方式とし、給電線を使わず、アクチュエータの回転角を $\pm 180^\circ$ 以上においても旋回可能とし、アクチュエータの応用（適用）範囲を拡大している。

また、回転トランスを配備する手段としてアク



アクチュエータのロータ内部に窪みを配設し、整流回路を回転軸に対し径方向にコイルエンドとブラケット間の空間部を利用しそこにそなえる等、アクチュエータ内部の空間を有効に利用して、アクチュエータの形状を小形化，扁平化する。

〔実施例〕

本考案の一実施例における回転軸方向の上半分を断面で表わした側面図を第2図に示す。すべての図面において同一符号は同一もしくは相当部分を表わす。

第2図において、アクチュエータ内部に回転トランス13，14の他に検出器部（1次側、16，2次側17）も含めて内蔵する。アクチュエータのフレーム外部に検出器部を取り付けなくても良くなるため、アクチュエータ全体がコンパクトになり小形化される。このように、検出器16，17を取り付けたアクチュエータはサーボアクチュエータとして速度制御，位置決め制御が可能となる。

第3図は本考案の他の実施例の要部を示す側断

面図である。

これは、界磁巻線3給電用の回転トランス12、13がアキシシャルギャップタイプに形成しており、先に示したラジアルタイプの回転トランスだけでなく、アキシシャルタイプにおいても可能となる。

この場合、整流回路15はロータヨーク5の下側部に配置してもよい。

本考案の別の実施例における回転軸方向上半分を断面で表わした側面図を第4図に示す。

この実施例は、ロータ支持部5<sub>a</sub>がロータヨーク5の中心部を形成し、窪みをその両側に設けて回転軸10に取り付ける。ロータ部の構造的バランスをとっている。したがって回転トランス部13、14、検出器部16、17は、図示のように、ロータ支持部5<sub>a</sub>を境に左右に配設される。また、整流回路15は絶縁物を介してロータのポールシュー4に取り付け固定される。

第5図は、本考案の第4の実施例の要部の側断面図である。

この実施例は、回転軸10をヒートパイプ構造

にし、ロータ部の熱を冷却する手段を示している。  
ロータにおいては界磁は永久磁石 2 と界磁巻線 3  
とで構成され、永久磁石 2 による発熱はなく、界  
磁巻線 3 による発熱も永久磁石 2 を補助するアン  
ペアターンだけを発生させるだけ巻回されている  
ので非常に小さいが、ステータ巻線 9 よりギャッ  
プを介し伝達される熱によりロータ部の温度は上  
昇する。

この場合、永久磁石に温度係数が小さい、すな  
わち温度上昇によい磁石を用いればよいが、アク  
チュエータの小形化を図るように高性能希土類磁  
石（ネオジウム：鉄磁石（エネルギー積 2 7  
MGOe ~ 35 MGOe））を用いるとき、温度  
係数が大きいので温度上昇による磁石の性能劣化  
が起り、これはアクチュエータの特性上好ましく  
ない。

このように温度係数が大きい磁石を用いる場合、  
ロータの温度上昇は問題となる。

これらステータ巻線 9 より伝わる熱、また少々  
ながらも発生する界磁巻線 3、さらには回転トッ

ンス部 13、14 の熱を冷却するように回転軸 10 にヒートパイプ 20 を埋設し、この回転軸 10 の一端からロータ部の熱を放熱する手段である。ロータ部の熱は回転軸 10 部に伝わり、さらにこの熱はヒートパイプの原理によりヒートパイプ 20 の反負荷側の方向へ伝達され、この部分を冷却用ファン 18 で冷却し、外部へ放熱する。なお、このヒートパイプ 20 の冷却部には、放熱用フィン 21 を装着し、かつ通気孔 19<sub>a</sub> をあけ冷却効果を促進している。

〔考案の効果〕

かくして本考案によれば、以下に示す格段の効果を奏することができる。

1) アクチュエータの永久磁石を有するロータ部に界磁巻線を施し、磁気装荷を高め、発生損失当りのトルクを向上させ、かつ界磁巻線に給電するにさいして回転トランスを適用し高周波パワー伝送を無接触で行なえ、給電線を廃除し、アクチュエータの回転角を±180°以上においても旋回可能とし、アクチュエータの応用範囲を拡大できる。



2) 先の高周波無接触給電を行なうときに、回転トランス鉄心に高周波においても鉄損が小さい高周波用鉄心材料を使用すれば、回転トランスの形状が十分小さくなる。

3) その給電伝送を高周波とし小形化した回転トランスをアクチュエータのロータ内部の窪みに配設して、アクチュエータの小形化、扁平化がさらに一段と向上する。

4) 整流回路を回転軸に対しアキシャル方向にコイルエンドとブラケット間のアクチュエータ内部空間を有効利用し配設し、アクチュエータの小形化、扁平化がなされる。

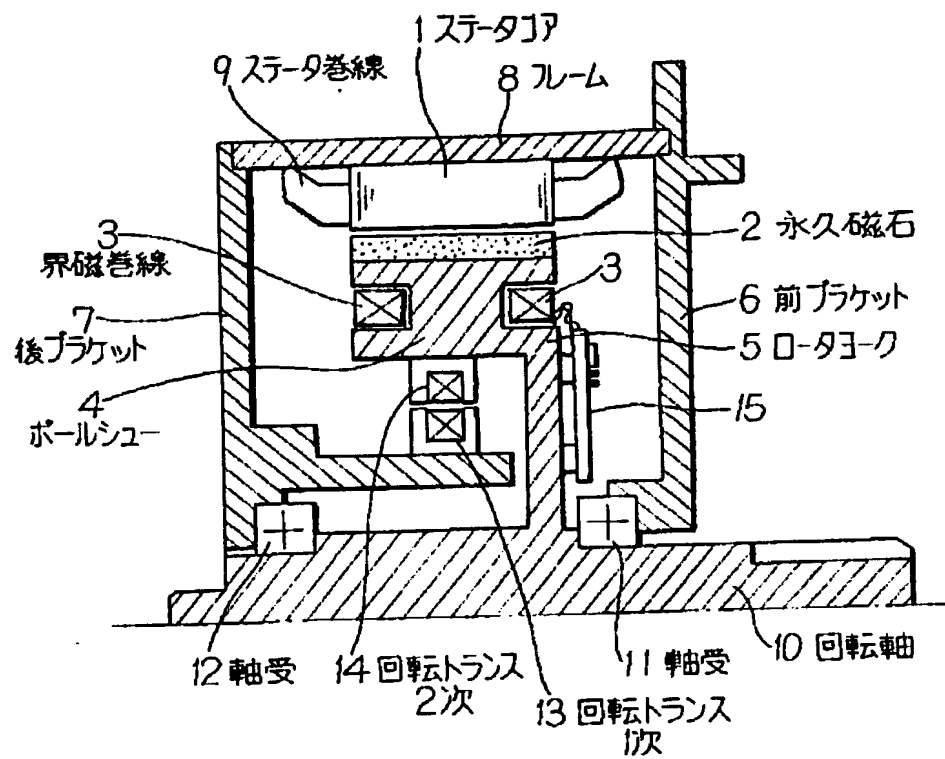
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本考案の基本的概念を表わす要部の側断面図、第2図ないし第5図は本考案の一実施例、他の実施例、別の実施例、第4の実施例における回転軸方向上半分を断面で表わした側面図、第6図は従来例の説明図である。

1 … … ステータコア



- 2 …… 永久磁石
- 3 …… 界磁巻線
- 4 …… ロータポール
- 5 …… ロータヨーク
- 5 a …… ロータ支持部
- 6 …… 前ブラケット
- 7 …… 後ブラケット
- 8 …… フレーム
- 9 …… ステータ巻線
- 10 …… 回転軸
- 11, 12 …… 軸受
- 13, 14 …… 回転トランス1次, 2次
- 15 …… 整流回路
- 16, 17 …… 検出器1次, 2次
- 18 …… 冷却用ファン
- 19 …… カバー
- 19 a …… 通風孔
- 20 …… ヒートパイプ
- 21 …… 冷却用フィン。



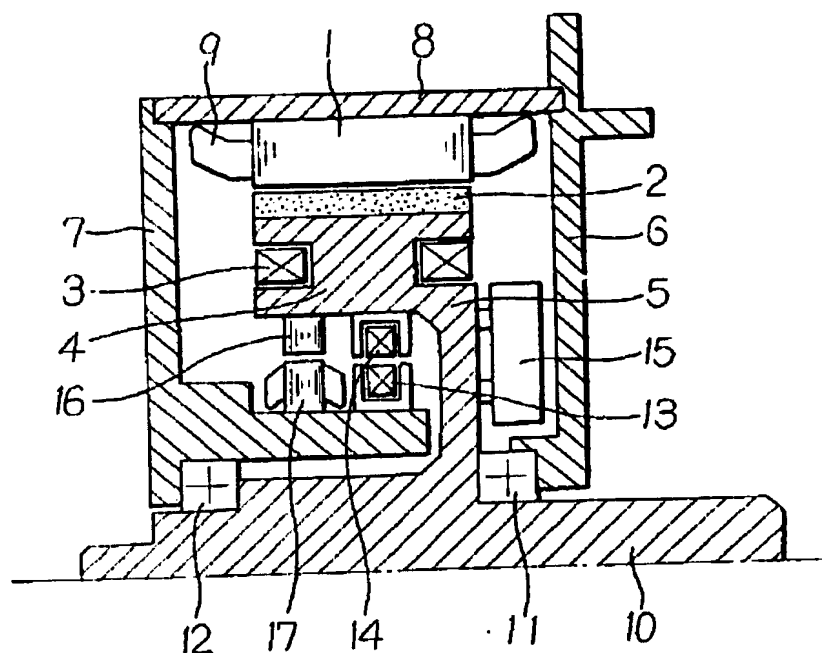
第1図

1036

特許第18072

実用新案登録出願人 株式会社 安川電機製作所  
上 記 代 理 人 佐 藤 一 雄



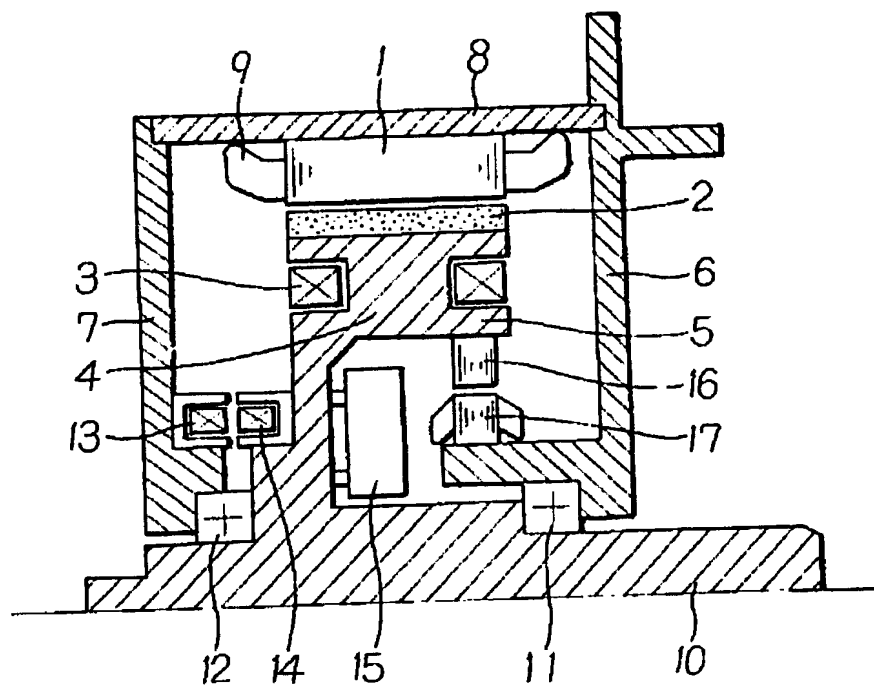


第2図

1037

実用新案登録出願人

株式会社 安川電機製作所  
上 記 代 理 人 佐 藤 一 雄

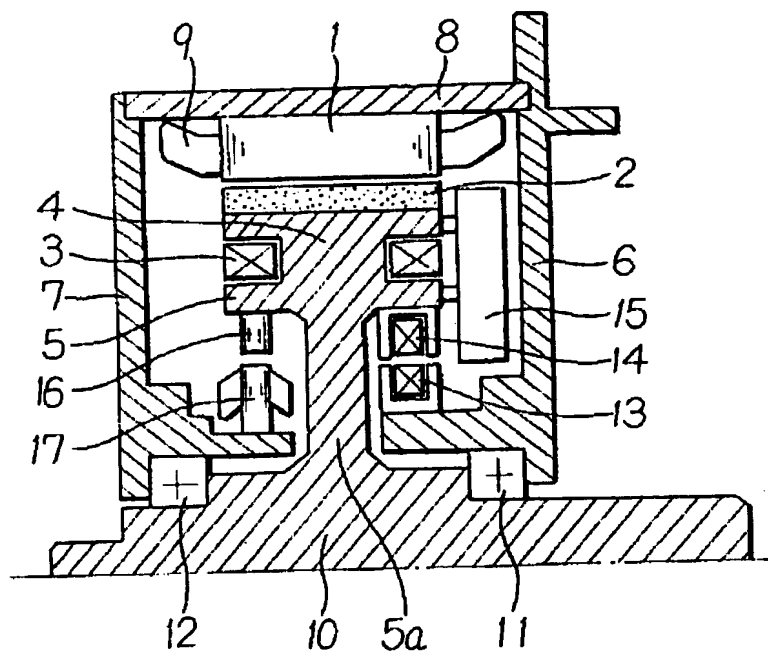


第3図

1038

実開 62-78672

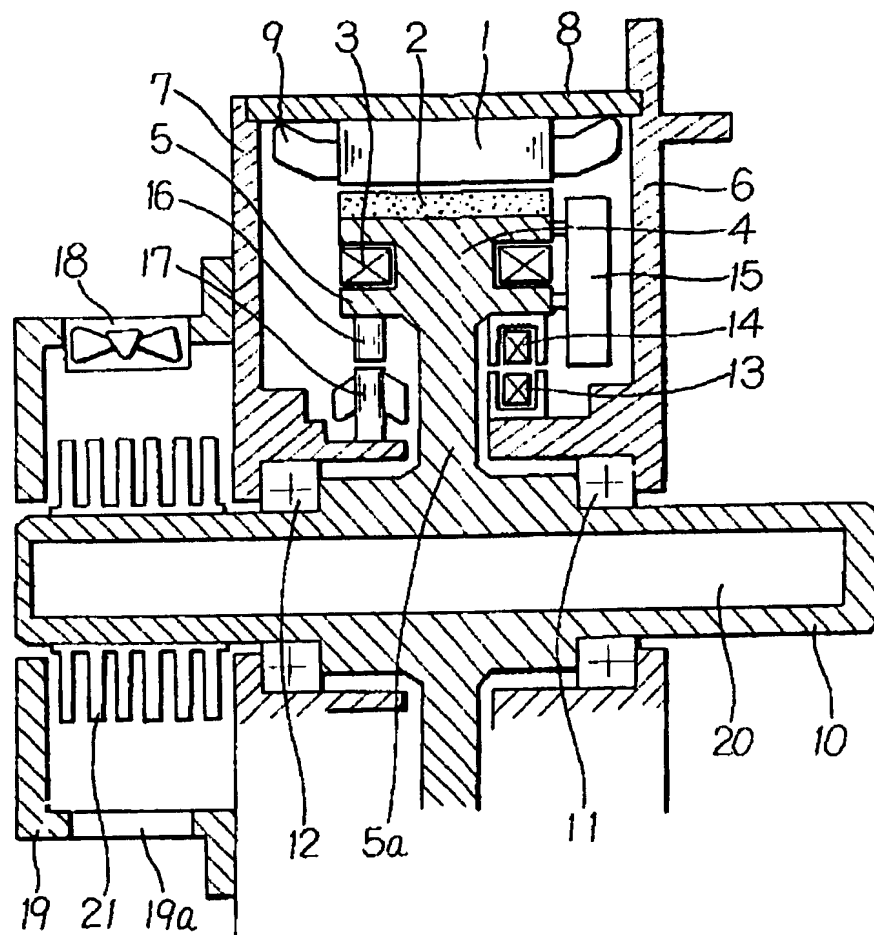
実用新案登録出願人 株式会社 安川電機製作所  
上 記 代 理 人 佐 藤 一 雄



第4図

1039

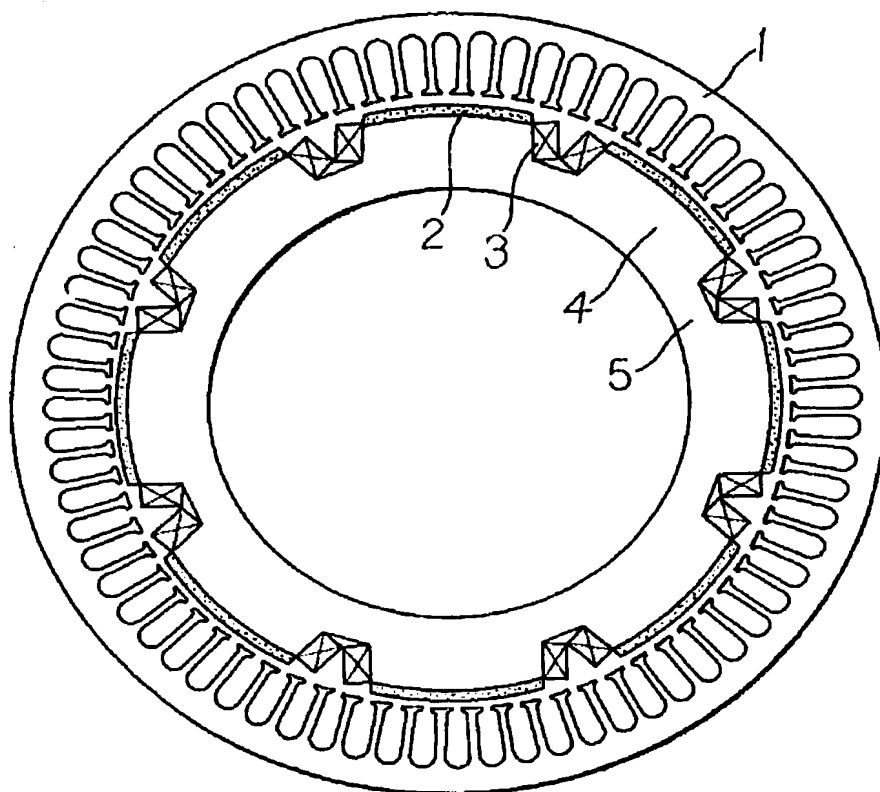
実用新案登録出願人 株式会社 安川電機製作所  
上記代理人 佐藤 一 雄



第5図

1040

実用新案発出願人 株式会社 安川電機製作所  
 特許代理人 佐藤 一 雄



第6図

1041

特許庁登録出願人 株式会社 安川電機製作所  
上記代理人 佐藤 一雄